

# DIRECT SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM

**Publication number:** JP10229383 (A)

**Publication date:** 1998-08-25

**Inventor(s):** OKAMOTO NAOKI

**Applicant(s):** SHARP KK

**Classification:**

- international: H04L1/16; H04J13/04; H04L1/00; H04L1/18; H04L1/12; H04J13/02; H04L1/00; H04L1/16; H04L1/12; (IPC1-7): H04J13/04; H04L1/16

- European: H04L1/00A; H04L1/18T

**Application number:** JP19970031539 19970217

**Priority number(s):** JP19970031539 19970217

**Also published as:**

JP3242856 (B2)

EP0859475 (A2)

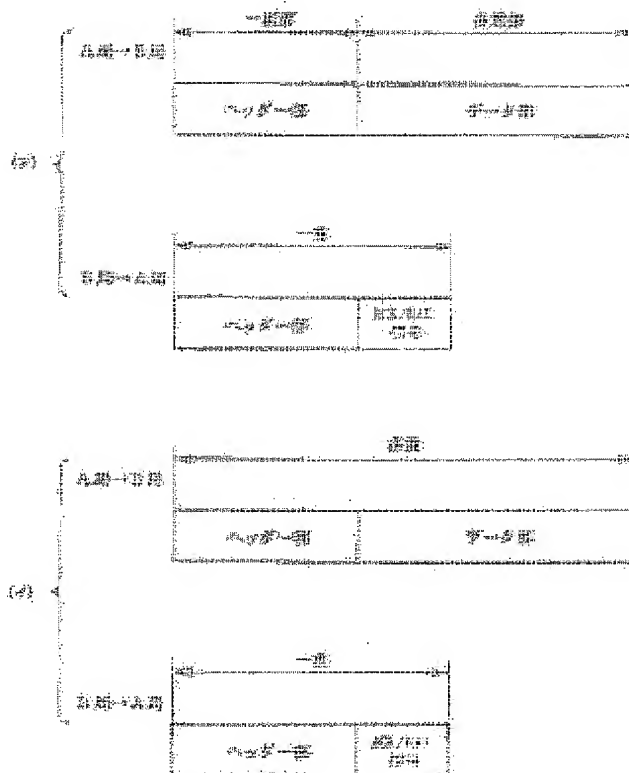
EP0859475 (A3)

US6266360 (B1)

## Abstract of JP 10229383 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the throughput of a whole system by lowering an error rate of transmission for ACK and NAK signals and changing a communication method according to a state of a line, in a direct spread spectrum communication system by a signal format consisting of a simplexed part and a multiplexed part.

**SOLUTION:** When a header part is received at a B station, correct/error judgment of data is performed by synchronizing spread, reproducing a clock and AGC processing by a signal for bit synchronization, synchronizing the data by a synchronization pattern, matching a circuit at a receiving side to the multiplexed number by observing multiplexed number information, decoding a packet by using information on a packet length and performing a CRC check. As a result of the judgment, at a master either an ACK or an NAK is decided to be returned.; When the signal is returned to an A station, if the ACK and the NAK are transmitted by always setting a multiplexed number as one and without being multiplexed, the error rate becomes far better than in the case where the ACK and the NAK are multiplexed. As a result, probability of retransmission due to an erroneous reception at the A station is reduced, regardless of the generation of the ACK signal.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-229383

(43)公開日 平成10年(1998) 8月25日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 J 13/04

H 0 4 J 13/00

G

H 0 4 L 1/16

H 0 4 L 1/16

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 19 頁)

(21)出願番号

特願平9-31539

(22)出願日

平成9年(1997) 2月17日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 岡本 直樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

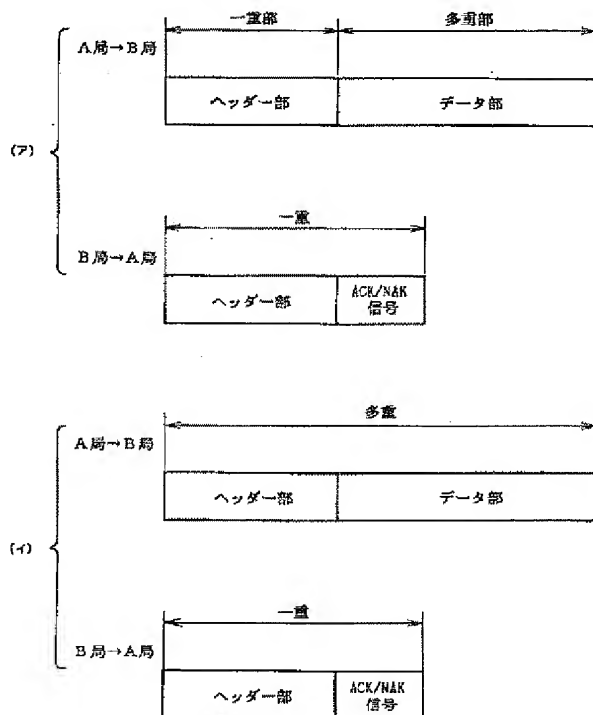
(74)代理人 弁理士 高野 明近 (外1名)

(54)【発明の名称】 スペクトル直接拡散通信システム

(57)【要約】

【課題】 一重部と多重部からなる信号フォーマットによるスペクトル直接拡散通信システムにおいて、ACK、NAK信号の送信の誤り率を低下させ、回線状態に応じて通信方法を変更して全体のスループットを上げるようにすること。

【解決手段】 B局でのヘッダー部の受信時、ビット同期用信号で拡散の同期やクロック再生、AGC処理を行ない、同期パターンでデータの同期を取り、多重数情報をみて受信機側の回路をその多重数に合わせ、パケット長の情報を用いパケットを復号し、CRCチェックをかけて、データの正誤を判断する。判断結果により上位層ではACKか、NAKの返送を決定する。A局への返送時、多重数は常に1を入れて、ACK、NAKを多重しないで送信すると、誤り率が多重した場合に比べて、はるかによくなる。その結果、ACK信号を出しているにもかかわらず、A局側で受信ミスを起こして、再送する確率を少なくする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡散符号で直接拡散したスペクトル拡散信号を、任意のチップ数ずつ遅延させ多重可能とする多重化手段を用い、一重部分と多重部分を持つ、あるいは、多重部分もしくは一重部分のみを持つ信号フォーマットに従って多重化された信号を送受信するようにし、さらに、該送受信信号はパケット化され、ARQ方式を用いて送受信を行うスペクトル直接拡散通信システムにおいて、受信を確認したことにより発信するACK、NAK信号は、一重の拡散信号として送受信するようにしたことを特徴とするスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項2】 データ部分の送受信を行う前にCSMA/CA with RTS/CTS方式による接続の確認を行なう方式において、該方式による接続用のパケットは、一重の拡散信号として送受信するようにしたことを特徴とする請求項1記載のスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項3】 ARQ方式に用いる返答用のデータフォーマットにおいては、返答用であることを示すフラグを立てて、該返答用のデータフォーマットの多重数、パケット長用に本来用いていた信号部分にACK信号等のデータを入れるようにしたことを特徴とする請求項1又は2記載のスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項4】 前記多重化手段において多重数を可変とし、受信の誤りを示すNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの受信回数を計数し、その計数結果が所定の回数に達した場合に、前記多重化手段において多重数を減らす制御をし、あらためて送受信を行うようにすることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項5】 アンテナダイバーシティ方式を採用してシステムを構成するとともに、受信の誤りを示すNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの受信回数を計数し、その計数結果が所定の回数に達した場合に、アンテナダイバーシティの切り替えを行って、あらためて送受信を行うようにしたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項6】 拡散符号で直接拡散したスペクトル拡散信号を、任意のチップ数ずつ遅延させ多重可能とする多重化手段を用い、一重部分と多重部分を持つ信号フォーマットに従って多重化された信号を送受信するようにし、さらに、該送受信信号はパケット化され、ARQ方式を用いて送受信を行うスペクトル直接拡散通信システムにおいて、前記多重化手段において多重数を可変とし、受信したACK信号並びにNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの受信回数を計数し、その計数結果から求めたそれらの受信回数間の比率によって、前記多重化手段における多重数を制御し、送受信を行うようにしたことを特徴とするスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項7】 アンテナダイバーシティ方式を採用して

システムを構成するとともに、受信したACK信号並びにNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの回数を計数し、その計数結果により、アンテナダイバーシティの切り替えを行って送受信を行うようにしたことを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載のスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項8】 局間でデータ通信の方向が逆になる場合に、それまでにデータ受信をしていた多重数を前記多重化手段に設定される多重数の初期値として用いるようにしたことを特徴とする請求項4ないし7のいずれかに記載のスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項9】 前記多重化手段において多重数を可変とし、一重の拡散信号として送受信される前記ACK、NAK信号の遅延広がりを出し、その算出結果に応じて決定される最適な多重数を前記多重化手段に設定するようにしたことを特徴とする請求項1ないし8のいずれかに記載のスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項10】 基地局と端末局でシステムを構成するとともに、基地局のみで前記遅延広がりを出し、端末局では基地局で用いている、算出された前記遅延広がりに応じて決定された多重数を用い多重数を設定するようにしたことを特徴とする請求項9記載のスペクトル直接拡散通信システム。

【請求項11】 一対多あるいは多対多の局間で送受信を行う通信システムを構成し、該システムを構成する各局の前記多重化手段において多重数を可変するとともに、該各局の多重数を局IDと共に記憶し、その記憶されたデータを用い前記多重化手段の多重数を設定するようにしたことを特徴とする請求項1ないし10のいずれかに記載のスペクトル直接拡散通信システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スペクトル拡散通信における通信方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】スペクトル拡散通信は、近年実用化された通信方式であり、一般の狭帯域通信に比して、マルチパスや有色雑音に対して強いというメリットを持つ。このようなスペクトル拡散通信で高速データの伝送を行なう場合、その使用する帯域は、拡散率倍広がってしまう問題点があった。例えば、1Mbpsのデータを拡散率11の符号を用いて伝送する場合には、11Mbpsとなるが、もし10Mbpsのデータを伝送する場合には、110Mbpsのチップレートとなるので、使用帯域は110MHzから220MHz必要となり、また、回路自体も高速動作が必要となることから、その実現を困難なものとしている。

【0003】そこで、スペクトル拡散した信号を多重化して、チップレートを上げずにデータの伝送レートを上げる方法が本願と同一の発明者により提案された。その

1つは、スペクトル拡散における多重システムであり、特願平7-206159号として出願しており、また、もう1つは、多重していない部分と多重した部分をシステム構成としたものであり、特願平8-471185号として出願している。このような方式を用いることで、チップレートを上げずにデータの伝送レートを上げることができるようになる。

【0004】上記した従来の方式に用いられるデータフォーマットの一例を図10に示す。図10において、

(ア)図は、1重部分と多重部分を有するシステムのフォーマットで、(イ)図は、すべて多重している場合のフォーマットである。1重部分と多重部分を持つ構成は、システムの互換性を保つために用いられ、このシステムでは、システム毎に多重数を変えることができるので、このシステムによる通信において、送受信側では、多重数を幾つにして送っているかわからないと受信できない。多重数があらかじめ決まっているシステムにおいては、図10の(イ)図のようにすべて多重して送ることは可能であるが、多重数が決まっていない場合には、送信側から送っている多重数を受信側に知らせる必要がある。そこで、1重部分を共通にしておき、図10の(ア)図のように、その中に多重数を示すデータをはめ込んでおき、その結果に応じて、多重数を切り替える。このようにすることで送信側で決めた多重数で、受信側では、受信機の設定をあわせることができ正常に通信ができるようになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】多重して伝送する場合、その特性上、C/N (Carrier to Noise) 対誤り率は、多重数を増やすほど劣化してしまう。図11は、この点を例示するものである。図11には、多重しない場合、2多重した場合、5多重した場合について、相關改善のある場合とない場合が示され、改善された例は、本願の発明者が提案した特願平8-13963号を用いて相關改善した場合の特性を示している。相關改善をしない場合、例えば、BER =  $10^{-5}$  (なお、BER: Bit Error Rate, 図11中 $10^{-5}$ を $1.E-05$ と表記)において、多重しない場合と5多重した場合において、所要C/Nは15dB程度の差がある。また、本願と同一の発明者の提案による相關改善を行っても、まだ、7.5dB程度の差が残る。

【0006】このような多重システムを用いて、パケット通信を行なう場合の例を図12により説明する。A局、B局間で通信する場合、まず、A局から1パケットのデータを送信する。B局では、A局のデータを受けて、そのデータが正しければ、ACK (Acknowledge) を返し、そのデータを間違えて受けた場合には、NAK (Negative Acknowledge) を返す。この判断には、データに含まれているCRC (Cyclic Redundancy Check) 等の誤り検出符号を用いるのが一般的である。A局で

は、ACK信号を受けた場合には、次のパケットデータを送信し、NAK信号を受けた場合や不応答あるいは受信ミスの場合には、同じパケットデータを送信する。

【0007】一般のデータ通信においては、データ部分の長さは長く、その分パケット誤りは起こりやすいが、ACK、NAK信号自体のデータは短いので誤りは起こりにくい。しかし、本願と同一の発明者の提案している多重している方式においては、従来のデータ通信に比べて多重数が多いときには誤り率が高く、ACK、NAK信号しか送らないB局の信号さえ、誤ってしまう可能性があった。その場合、A局側では、B局の信号が誤っていたということで再送することになるが、B局では、実際には誤りなく受信しており、ACK信号を返していた可能性もある。その場合、本来次のパケットを送っていたべきものを、もう一度同じパケットを送ることになり、全体のスループットが低下してしまうという問題点があった。本発明は、こうした従来技術における問題点に鑑みてなされたもので、一重部分と多重部分からなる信号フォーマットを持つスペクトル直接拡散通信システムにおいて、ACK、NAK信号の送信の誤り率を低下させ、また、回線状態に応じて通信方法を変更して、全体のスループットを上げるようにした当該通信システムを提供することをその解決すべき課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、拡散符号で直接拡散したスペクトル拡散信号を、任意のチップ数ずつ遅延させ多重可能とする多重化手段を用い、一重部分と多重部分を持つ、あるいは、多重部分もしくは一重部分のみを持つ信号フォーマットに従って多重化された信号を送受信するようにし、さらに、該送受信信号はパケット化され、ARQ (Automatic Repeat Request) 方式を用いて送受信を行うスペクトル直接拡散通信システムにおいて、受信を確認したことにより発信するACK、NAK信号は、一重の拡散信号として送受信するようにし、返送信号の誤り率を改善できるようにするものである。

【0009】請求項2の発明は、請求項1の発明において、データ部分の送受信を行う前にCSMA (Carrier Sense Multiple Access)/CA (Call Accepted) with RTS (Reliable Transfer Service)/CTS (Conformance Test Service)方式による接続の確認を行なう方式において、該方式による接続用のパケットは、一重の拡散信号として送受信するようにし、接続確認を小さい誤り率で行うことを可能とするものである。

【0010】請求項3の発明は、請求項1又は2の発明において、ARQ方式に用いる返答用のデータフォーマットにおいては、返答用であることを示すフラグを立てて、該返答用のデータフォーマットの多重数、パケット長用に本来用いていた信号部分にACK信号等のデータを入れるようにし、パケット長を短くすることを可能と

するものである。

【0011】請求項4の発明は、請求項1ないし3の発明において、前記多重化手段において多重数を可変とし、受信の誤りを示すNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの受信回数を計数し、その計数結果が所定の回数に達した場合に、前記多重化手段において、多重数を減らす制御をし、あらためて送受信を行うようし、回線状態の悪い時でも誤り率を小さくすることを可能とするものである。

【0012】請求項5の発明は、請求項1ないし4の発明において、アンテナダイバーシティ方式を採用してシステムを構成するとともに、受信の誤りを示すNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの受信回数を計数し、その計数結果が所定の回数に達した場合に、アンテナダイバーシティの切り替えを行って、あらためて送受信を行うようにするものである。

【0013】請求項6の発明は、拡散符号で直接拡散したスペクトル拡散信号を、任意のチップ数ずつ遅延させ多重可能とする多重化手段を用い、一重部分と多重部分を持つ信号フォーマットに従って多重化された信号を送受信するようにし、さらに、該送受信信号はパケット化され、ARQ方式を用いて送受信を行うスペクトル直接拡散通信システムにおいて、前記多重化手段において多重数を可変とし、受信したACK信号並びにNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの受信回数を計数し、その計数結果から求めたそれらの受信回数間の比率によって、前記多重化手段における多重数を制御し、送受信を行うようにし、多重数を最適化するものである。

【0014】請求項7の発明は、請求項1ないし6の発明において、アンテナダイバーシティ方式を採用してシステムを構成するとともに、受信したACK信号並びにNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの回数を計数し、その計数結果により、アンテナダイバーシティの切り替えを行って送受信を行うようにし、受信状態を良好に保つことを可能とするものである。

【0015】請求項8の発明は、請求項4ないし7の発明において、局間でデータ通信の方向が逆になる場合に、それまでにデータ受信をしていた多重数を前記多重化手段に設定される多重数の初期値として用いるようにし、多重数に最適値に近い値を用いることを可能とするものである。

【0016】請求項9の発明は、請求項1ないし8の発明において、前記多重化手段において多重数を可変とし、一重の拡散信号として送受信される前記ACK、NAK信号の遅延広がりを出し、その算出結果に応じて決定される最適な多重数をすばやく前記多重化手段に設定するようにしたことを特徴とするものである。

【0017】請求項10の発明は、請求項9の発明において、基地局と端末局でシステムを構成するとともに、基地局のみで前記遅延広がりを出し、端末局では基地

局で用いている、算出された前記遅延広がりに応じて決定された多重数を用い多重数を設定するようにし、回路負担を一方のみとすることを可能とするものである。

【0018】請求項11の発明は、請求項1ないし10の発明において、一対多あるいは多対多の局間で送受信を行う通信システムを構成し、該システムを構成する各局の前記多重化手段において多重数を可変するとともに、該各局の多重数を局IDと共に記憶し、その記憶されたデータを用い前記多重化手段の多重数を設定するようにし、通信する相手が頻繁に変わっても、相手毎に最適な状態で通信することを可能とするものである。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を図1にそって説明する。この場合においても、従来技術として示された図10の(ア)と(イ)に対応する(ア)と(イ)の例を示している。図1における(ア)の場合において、送信に用いる信号は、従来と同様にヘッダー部分を持ち、その部分は1重の部分である。また、データ部分は多重している。そして、このヘッダー部は、図10と同様のデータ構造となっている。このヘッダー部をB局が受信した場合には、ビット同期用信号でスペクトル拡散の同期やクロック再生、AGC等の処理を行ない、同期パターンにてデータの同期を取る。その後、多重数が示されている情報をみて、多重数を識別し、受信機側の回路をその多重数に合わせる。次にパケット長の情報がくるので、それにより、このパケットの長さを知り、そのパケットを復号して、CRCチェックをかけて、データが正しいか誤っているかを判断する。この判断の結果により、上位層はACKを返すか、NAKを返すかを決定する。そして、A局への返送時には、多重数を示す情報部には、多重数は常に1である信号を入れて、ACK、NAKを多重しない(一重)で送信する。

【0020】一方、A局側では、B局からの信号を受けるが、先程と同様に、ビット同期用信号でスペクトル拡散の同期やクロック再生、AGC等の処理を行ない、同期パターンにてデータの同期を取る。その後、多重数が示されている情報をみて、多重数を識別し、1重であることを知り、受信機側の回路をその多重数に合わせる。その後にACK、NAKの信号を受け取る。このACK、NAKにもCRCチェックがかかっているため、それを用いて正しいか誤っているかを判断する。この場合、ACK、NAK信号は、多重しないことによって、誤り率が多重した場合に比べて、はるかによくなる。例として、5多重の場合と比べると、7.5~15dBもよくなるのが分かる。このことから、従来の多重した場合のフォーマットに比べて、ACK、NAKの受信ミスを軽減できる。その結果、ACK信号を出しているにもかかわらず、A局側で受信ミスを起こして、再送する確率を少なくすることができる。ACK、NAK信号を多重しないで伝送することで、多少ACK、NAK信

号の伝送時間は長くなるが、A局側から送るデータ長の方がはるかに長く、全体としてのスループットの大幅な改善が可能となる。

【0021】次に、図1における（イ）の場合について説明する。ここで、本来送るべきデータを含む送信に用いる信号は、すべて多重し、従来と同様のヘッダー部分をもつが、その部分も多重されており、あらかじめシステム設置時に多重数を決められている。ここで、ヘッダー部は、先程と同様のデータ構造となっているが、多重数はあらかじめ設定されているために多重数が入っている情報部分はあえて必要としない。これをB局が受信した場合には、多重数はあらかじめ設定されているので、その多重数で受信できるように受信機は設定されている。そして、ビット同期用信号でスペクトル拡散の同期やクロック再生、AGC等の処理を行ない、同期パターンにてデータの同期を取る。次にパケット長の情報がくるので、それにより、このパケットの長さを知り、そのパケットを復号してCRCチェックをかけて、データが正しいか誤っているかを判断する。これにより、上位層はACKを返すか、NAKを返すかを決定する。そして、A局への送信時にはACK、NAKを多重しないで送信する。

【0022】一方、A局側では、B局からの信号を受けが、データ送信後には多重されていないACK、NAK信号がくるはずであるので、受信機側を多重しない設定にし、待機状態に入っている。そして、B局の信号を受け取り、ビット同期用信号でスペクトル拡散の同期やクロック再生、AGC等の処理を行ない、同期パターンにてデータの同期を取る。その後にACK、NAKの信号を受け取る。このACK、NAKにもCRCチェックがかかっているもので、それを用いて正しいか誤っているかを判断する。この場合、返送信号は、多重しないことによって、先程と同様に、誤り率が多重した場合に比べてはるかによくなる。このことから、従来の多重した場合のフォーマットに比べて、ACK、NAKの受信ミスを軽減できる。その結果、ACK信号を出しているにもかかわらず、A局側で受信ミスを起こして、再送する確率を少なくすることができる。

【0023】とくに、この例の場合は常に多重しているため、通信機は、データ送信時には多重モード、その後のACK、NAK受信時には1重モードに設定する。また、送信しないときの受信待機時には、多重モードで送信されてくるので、多重受信状態に設定する。この例においても、ACK、NAK信号を多重しないで伝送することで多少ACK、NAK信号の伝送時間は長くなるが、A局側から送るデータ長の方がはるかに長く、全体としてのスループットの大幅な改善が可能となる。

【0024】次に、第2の実施形態を図2に基づいて説明する。この例は、CSMA/CA with RTS/CTS方式等の例である。第1の実施形態の方式では、

送信側は、まずデータを送るが、本例のようなシステムでは、衝突する可能性が高い使用状況の場合、まず、接続できるかどうかの確認のために短い接続用信号を発信する。そして、その段階でACKを受け取ることで、受け取ることのできない相手に長いデータを送ることを避けることができ、全体のスループットを上げることができるようになる。

【0025】この場合においても、第1の実施形態と同様に、（ア）と（イ）の場合について述べる。図2において、（ア）の場合において、送信に用いる信号は、従来と同様にヘッダー部分をもち、その部分は1重の部分である。また、RTS/CTS部分も1重部分である。このヘッダー部は、前述の図10と同様のデータ構造となっている。これをB局が受信した場合には、ビット同期用信号でスペクトル拡散の同期やクロック再生、AGC等の処理を行ない、同期パターンにてデータの同期を取る。その後、多重数が示されている情報をみて、多重数を識別し、受信機側の回路をその多重数に合わせる。ここでは1重となる。そして、返送信号も第1の実施形態と同様に1重で行なう。このようにして1重モードで接続確認をする。

【0026】その後、第1の実施形態と同様にデータ通信を1重部分と多重部分を用いてデータを送信する。復調部では、これをB局が受信した場合には、ビット同期用信号でスペクトル拡散の同期やクロック再生、AGC等の処理を行ない、同期パターンにてデータの同期を取る。その後、多重数が示されている情報をみて、多重数を識別し、受信機側の回路をその多重数に合わせる。次にパケット長の情報がくるので、それにより、このパケットの長さを知り、そのパケットを復号してCRCチェックをかけて、データが正しいか誤っているかを判断する。これにより、上位層はACKを返すか、NAKを返すかを決定する。そして、A局への送信時には多重数を示す情報部には、多重数は常に1である信号を入れて、ACK、NAKを多重しないで送信する。

【0027】一方、A局側では、B局からの信号を受けが、先程と同様に、ビット同期用信号でスペクトル拡散の同期やクロック再生、AGC等の処理を行ない、同期パターンにてデータの同期を取る。その後、多重数が示されている情報をみて、多重数を識別し、1多重であることを知り、受信機側の回路をその多重数に合わせる。その後にACK、NAKの信号を受け取る。このACK、NAKにもCRCチェックがかかっているもので、それを用いて正しいか誤っているかを判断する。この場合、最初の接続確認は重要な動作であるので、この部分の誤り率を改善することにより、このシステムのスループットを向上できる。

【0028】次に、図2における（イ）の場合について説明する。この場合、接続確認のため、まず、すべて1

10

20

30

40

50



重で送信し、これにより、接続の確認を誤り率のよい状態で行なう。そして、その後に上記第1の実施形態と同様に送信する。つまり、データ送信時には、すべて多重しており、多重数はあらかじめシステム設置時に決めている。送信に用いる信号は、従来と同様にヘッダ部分をもち多重されている。このヘッダ部は、先程と同様のデータ構造となっているが、多重数はあらかじめ設定されているために多重数が入っている情報部分はあえて必要としない。このようにして送られる信号をB局が受信した場合に、多重数はあらかじめシステム設置時に決められているので、その多重数で受信できるように受信機も設定されている。そして、ビット同期用信号でスペクトル拡散の同期やクロック再生、AGC等の処理を行ない、同期パターンにてデータの同期を取る。次にパケット長の情報がくるので、それにより、このパケットの長さを知り、そのパケットを復号してCRCチェックをかけて、データが正しいか誤っているかを判断する。これにより、上位層はACKを返すか、NAKを返すかを決定する。そして、A局への送信時にはACK、NAKを多重しないで送信する。

【0029】一方、A局側では、B局からの信号を受け、データ送信後には多重されていないACK、NAK信号がくるはずであるので、受信機側を多重しない設定にし、待機状態に入っている。そして、B局の信号を受け取り、ビット同期用信号でスペクトル拡散の同期やクロック再生、AGC等の処理を行ない、同期パターンにてデータの同期を取る。その後にACK、NAKの信号を受け取る。このACK、NAKにもCRCチェックがかかっているの、それを用いて正しいか誤っているかを判断する。とくに、この例の場合は接続開始時には1重から始まるので、通信機は、データ送信時にはまず1重とする。そして、受信側も常に1重モードで待機している。そして、1重で送受信し接続が確認された後、多重モードに設定する。その後のACK、NAKは、1重モードなので送信側はそれに合わせ、受信時には1重モードとなる。この例においても、接続の確認、ACK、NAK信号を多重しないで伝送することで多少ACK、NAK信号の伝送時間は長くなるが、A局側から送るデータ長の方がはるかに長く、全体としてのスループットの大幅な改善が期待できる。

【0030】次の実施形態を図3にもとづき説明する。第1、第2の実施形態においては、返答信号も、従来のヘッダ部分(図3(A)参照)は、同一のフォーマットでデータ部分にACK等の信号を入れていた。しかし、本実施形態においては、まず、各種情報記号の部分にこれが、データを送るものではなく、応答用の信号が入っていることを示すフラグを入れる。この場合、ヘッダ部分を本発明においては、図3(A)に示される従来例と異なり、これらの信号は必ず1重モードで送られるデータであるから、多重数等を表わす情報は不要であ

る。そこで、図3(B)に示されるように、ヘッダ部分のうち、多重数・パケット長を入れた部分にこれらの応答用・接続用信号を入れるようにするものである。データ部分においては、短いながらもそれらの信号(ACK/NAK,RTS/CTS)と、CRC信号が必要になるが、ヘッダ部分のデータを変形してここに入れることにより、ヘッダ用のCRCを用いることができるので、パケット長を短くでき、スループットを上げることができる。これは応答用のフォーマットを1重にしたことにより、多重数の情報が不要になることにより、情報を埋め込む空き部分ができることによるものである。

【0031】次に、第4の実施形態について図4に示す動作のフローチャートにそって説明する。これは、上記各実施形態を示す図面において、(ア)のシステムに用いた実施形態である。まず、システムは設定できる多重数を最大にする(ステップS4-1)。(ア)のシステムにおいては、1重部における設定値を最大として、多重部を最大の多重数とする。その後、データを送信し(ステップS4-2)、ACK/NAKを受け取り(ステップS4-3)、その内容を確認して(ステップS4-4)、ACKを受け取った場合には、正しくデータが送られたことになるので、次のパケットデータの有無を検出して(ステップS4-5)、有る場合にはそのデータを送信し、必要な数だけ送信した後、該当するデータが無くなったら送信を終了する(ステップS4-6)。

【0032】しかし、ステップS4-4で、NAK、不応答、あるいは受信ミスの場合には、正しく受信されていないことになるので、同一パケットを再送する。ここで、NAK、不応答、あるいは受信ミスの回数 $n$ を設定回数 $k$ と比較し(ステップS4-7)、設定値 $k$ になるまでは同一パケットを再送し続け(ステップS4-8)、 $k$ 回を越えて再送しても伝送できない場合( $n > k$ )には、伝播環境が悪く、 $C/N$ が悪いときや、遅延分散が大きいことが影響しているの、多重数を減らすようにして(ステップS4-9)、再送し続ける(ステップS4-8)。この場合、もちろん1重部に組み込む多重数情報は、減らしたものにす。図11の $C/N$ 対誤り率の特性図に示したように、多重数を減らすことによって、誤り率を低減できるので、多重数を減らすことは、伝送ミスの低減化をもたらす。そのため、このようなフローを用いることによって、伝送状態のよい時には、高速の伝送レートで、多重数を減らして伝送状態の悪い時には、低速にして、低い誤り率で送ることができ全体のスループットを向上できる。また、フローには示していないが、数回の再送後、ACKを受け取ったときには、まだ許容できる伝送状態であると考えられるので、 $n$ 回を数えている計数器は、ここで再び $n$ を1とすることもできる。なお、この多重数を減らすための基準として設定される計数量 $k$ は、シミュレーション、実験等により、最適なスループットが得られるように決めら

れる。また、本実施形態に、上記実施形態 1～3 のうちの (ア) の方式によるものを組み合わせて用いることで、さらに特性の向上をはかることができる。

【0033】次に、本発明の第 5 の実施形態を図 5 に示す動作のフローチャートにそって説明する。スペクトル拡散通信システムにおいては、伝播路の安定性が低いので、アンテナを二つ以上もってアンテナダイバーシティの手法を用いられることがある。その中でも、切替えダイバーシティは回路が簡単であり、効果もあることからよく用いられている。パケット通信の切替えダイバーシティでは、パケットの途中で切り替えるのではなく、パケットを送信して、ACK を受け取れない場合には、アンテナを切り替えてパケットを再送すること等がよく行なわれる。つまり、アンテナの切替えは、パケット単位で行なわれる。

【0034】このようなシステムに、本発明を適用した場合の動作のフローチャートを示す図 5 によりこれを説明する。この実施形態は、上記実施形態で示した (ア) のシステムに用いた実施形態である。まず、システムは設定できる多重数を最大にする (ステップ S 5-1)。その後、データを送信し (ステップ S 5-2)、ACK, NAK を受け取り (ステップ S 5-3)、その内容を確認して (ステップ S 5-4)、ACK を受け取った場合には、正しくデータが送られたことになるので、次のパケットデータの有無を検出して (ステップ S 5-5)、有る場合にはそのデータを送信し、必要な数だけ送信した後、該当するデータが無くなったら送信を終了する (ステップ S 5-6)。しかし、ステップ S 5-4 で、NAK, 不応答、あるいは受信ミスの場合には、正しく受信されていないことになるので、同一パケットを再送する (ステップ S 5-9)。ここで、NAK, 不応答、あるいは受信ミスの回数を各々異なる値の設定回数  $j, k$  (但し  $j > k$ ) と比較し (ステップ S 5-7, ステップ S 5-8)、設定値  $k$  になるまでは同一パケットを再送し続け (ステップ S 5-9)、再送しても伝送できない場合 ( $n > k$ ) には、伝播環境が悪く、 $C/N$  が悪いときや、アンテナが適切でないので、まず、アンテナを切り替える (ステップ S 5-10)。さらに伝送できない場合 ( $n > j$ ) には、遅延分散が大きいことが影響しているので、多重数を減らして再送する (ステップ S 5-11)。この場合、もちろん 1 重部に組み込む多重数情報は、減らしたものにす。

【0035】このようにして、アンテナダイバーシティと多重数切替えを組み合わせることで、さらにスループットを上げることができる。多重数を減らした場合には、伝送レートが低下するがアンテナダイバーシティの切替えでは、伝送レートは低下しないので、まず、アンテナ切替えを行ない、それでだめな場合には多重数を切り替えることによって、両方の改善が期待できる。また、上記フローチャートには示していないが、数回の再

送後、ACK を受け取ったときには、まだ許容できる伝送状態であると考えられるので、 $n$  回を数えている計数器は、ここで再び  $n$  を 1 とすることもできる。なお、この減らすための計数量  $k, j$  は、シュミレーション、実験等により、最適なスループットが得られるように設定される。また、本実施形態に上記実施形態 1～3 のうちの (ア) の方式のものを組み合わせて用いることで、さらに特性の向上をはかることができる。

【0036】次に、本発明の第 6 の実施形態を図 6 に示す動作のフローチャートにそって説明する。第 4 の実施形態において、まず、多重数を最大として、そののち多重数を下げていったが、パケットの数が少ない場合には、まず、もっとも高速の伝送レートで伝送し、だめなときには、伝送レートを下げていく方式が有効である。しかし、パケットの数が非常に多い場合、伝送している間にも伝播状態がよくなったり、悪くなったりする場合がある。この場合、伝播状況が悪いときには、伝送レートを下げていくが、また、伝播状況が改善してきたときには、多重数を増やして伝送した方がスループットを向上できるメリットを持つ。

【0037】そこで、本実施形態においては、システム中に競合型の計数器を持つもので、そのフローチャートを図 6 に示す。これは、上記実施形態で示した (ア) のシステムに用いた実施形態である。システムはまず、多重数を設定する (ステップ S 6-1)。ここでは、例えば、先程と同様に最大とする。そののち、データを送信し (ステップ S 6-2)、ACK, NAK を受け取り (ステップ S 6-3)、その内容を確認して (ステップ S 6-4)、ACK を受け取った場合には、正しくデータが送られたことになるので、次のパケットデータの有無を検出して (ステップ S 6-6)、有る場合にはそのデータを送信し、必要な数だけ送信した後、該当するデータが無くなったら送信を終了する (ステップ S 6-7)。しかし、ステップ S 6-4 で、NAK, 不応答、あるいは受信ミスの場合には、正しく受信されていないことになるので、同一パケットを再送する (ステップ S 6-8)。

【0038】ここで、システムは ACK, NAK, 不応答、あるいは受信ミスの回数を各々計数 (競合型) している (ステップ S 6-5)。そこで、ACK と NAK の比率が一定になるように多重数をコントロールする。この比率は、シュミレーション、実験、使用環境によった最適値にするが、例えば、ACK 対 NAK の比率を 1 対 3 と設定したとする。最初の最大の多重数にて伝送し、ACK の数が多ければよいが NAK の回数が多くなり、この比率を下回ってくると多重数を減らして、伝送時の誤り率が下がるように設定する (ステップ S 6-1)。そうして、低い多重数で伝送していて伝播状況が改善してくると、ACK 対 NAK の比率が再び上がってくるので、多重数を増やすように設定がコントロールさ



れる(ステップS6-1)。このように、本発明を用いることで、伝播特性に応じた多重数で伝送できるようになる。その結果、最大のスループットにすることができる。

【0039】次に、本発明の第7の実施形態について説明する。上述の実施形態において、競合型の計数器を持つ場合においても、アンテナダイバーシティを組み合わせることで、先程と同様に特性改善できる。この場合の特徴として、まず、多重数を減らす場合には、先程と同様に多重数を減らす方法よりもアンテナを切替える方法を優先し、また反対に多重数を増やす場合には、多重数を増やすことを優先する。従って、ACKの比率が増えてくると、まず多重数を増やし、NAKの比率が増えてくると、まずアンテナを切り替える。このようにすることで、少しでも高い伝送レートで伝送できるようにコントロールされる。

【0040】次に、本発明の第8の実施形態について、図7及び図8を参照して説明する。スペクトル拡散(SS)多重通信システムを構成する一般の通信機においては、図7に示されるように双方向で通信するためにA'局からデータを送信した後に、またB'局から送信することが多く、これを上位層の管理の下に行う。この場合、伝播路の状況は先程のA'局からB'局の伝送と類似しているため、まず、多重数はA'局からB'局に送った最後のパケットの多重数と同じように設定する。このシステムにおける送受信装置におけるより詳細な回路ブロックを図8に示す。図8において、回路は、受信側に復調部1、受信側データ処理部4と、送信側に変調部3、送信側データ処理部5と上位層6と多重数コントロール部2を備える。この回路を有する通信機は、送受信機が一体となっており、上位層6でコントロールされている。そこで、復調、データ処理した結果を上位層6は管理し、反対に送信する場合には、多重数コントロール部2を動作させその多重数で送信する。このようにすることでデータの送信がA'局からB'局に代わっても、最適な多重数で送信できスループットを向上できる。

【0041】次に、本発明の第9の実施形態について、図9にもとづいて説明する。図9は、多重した場合の相関波形を示すものである。図9に示すように、1重では相関スパイク間が大きく離れているのに対して、多重数が増えてくると相関スパイクの間隔が小さくなっていく。このような状況において、遅延分散がある場合の様子を図9の(a)及び(b)図に示す。(a)図は遅延分散が小さい場合で、(b)図は遅延分散が大きい場合であるが、多重数が多い場合に遅延分散の大きい(b)図の環境では、相関スパイクどうしが重なってしまい、劣化の要因となる。そのため、遅延分散が大きいときには、多重数を減らす必要があり、上記実施形態4ないし8のような方法が用いられる。

【0042】一方、本発明の実施形態1ないし3におい

ては、返送信号であるACK、NAKは多重されていないことが特徴であるので、この特徴を生かして、返送信号の状態から遅延分散を算出し、多重数を決める。遅延分散は、せいぜい数チップに及ぶだけであり、多重しない次の相関スパイクまで重なるほどには遅延しない。この特徴を生かして多重しない場合の相関波形から遅延分散を割り出し、多重数を決定する。このようにすることで、実施形態4ないし8のように遅延分散がわからないまま、誤ったかどうかのデータだけから多重数を切り替えるよりも、効率よく多重数を決定できる。また、第6の実施形態の最初に設定する多重数を、この決定した値を用いることで、さらに第6の実施形態を効率化できる。

【0043】次に、本発明の第10の実施形態について説明する。第9の実施形態においては、遅延分散を用いることにより最適となる多重数を決定し、効率よく伝送する方法を示したが、そのためには遅延分散を求める必要があった。その方法は、ハードウェアでもソフトウェアでも実現はできるが、余分な回路であり、回路規模やプログラムの増大を招いた。そこで、通信システムが基地局と端末局のような構成においては、その算出は一方の基地局のみで行ない、端末局は基地局で求めたデータから多重数を決定する。その方法として、データの中に遅延分散の値を埋め込み伝える方法と、基地局の最後の通信に用いたパケットの多重数を最適な多重数として用いる方法がある。いずれにしても、遅延分散を求める方法を一方のみに負担させ、もう一方は一方で求めた値を利用することで、回路規模の増大を抑えることができる。

【0044】次に、本発明の第11の実施形態について説明する。第10の実施形態においては、一方のみで遅延分散を求めた。また、第6、7の実施形態において、多重数を決定していたが、一対多や多対多の通信を行なう場合においては、そのたびに通信する相手が変わる。遅延分散やC/Nは、相手の場所等によって決まってくるので、相手が変わるたびに再び遅延分散を求めたり、多重数の最適化を行なうことは、最適になるまでにそのための処理時間が必要となり、結果的にスループットが低下していた。そこで、本発明においては、相手のID等と共にこのような情報を保持しておくことで、次のパケット通信にはどの相手がどの多重数がよいか分かるので、スループットを上げることができるようになる。

【0045】

【発明の効果】

請求項1の効果：拡散符号で拡散した信号を、任意のチップ数ずつ遅延した複数系列の信号を多重するシステム、あるいは、多重しない(一重)部分を持つ信号フォーマットになっている構成において、ARQ方式を用いて通信する場合で、受信の確認であるACK、NAK信号の送信信号は、多重しないことで、返送信号の誤り率

を改善でき、スループットの向上がはかれる。

【0046】請求項2の効果：請求項1の効果に加えて、CSMA/CA with RTS/CTS方式等のデータ送信前に接続の確認を行なう方式において、接続時の送信パケット、受信パケットについても多重しないことで、大切な接続確認を小さい誤り率で行なうことができる。

【0047】請求項3の効果：請求項1又は2の効果に加えて、返送用のデータフォーマットにおいては、応答用であることを示すフラグを立てて、多重数、パケット長用に本来用いていた信号部分にACK信号等のデータを入れることで、パケット長を短くすることができる。

【0048】請求項4の効果：請求項1ないし3の効果に加えて、NAK信号あるいは不応答を任意の回数、計数した場合には、多重数を減らして送信することで、回路状態の悪いときには、少ない多重数で通信することにより誤り率を小さくできる。

【0049】請求項5の効果：請求項1ないし4の効果に加えて、アンテナダイバーシティ方式を採用している場合には、NAK、不応答、あるいは受信ミスを任意の回数受け取った場合にアンテナダイバーシティの切り替えを行ない、さらにそれに多重数の変更を組み合わせることで、両方の特性を生かし良好な通信を行うことができる。

【0050】請求項6の効果：受信のACK信号並びにNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの受信回数を計数する手段を有し、その計数値の比率によりパケット毎に多重数をコントロールすることで、多重数を最適にして通信できるようになる。

【0051】請求項7の効果：請求項1ないし6の効果に加えて、受信のACK信号並びにNAK信号、不応答、あるいは受信ミスの受信回数を計数する手段を有し、その計数値によりアンテナダイバーシティの切り替えを行ない、さらにそれに多重数の変更を組み合わせることで、両方の特性を生かし良好な通信を行うことができる。

【0052】請求項8の効果：請求項4ないし7の効果に加えて、データ通信の方向が逆になる場合には、受信していた多重数を初期値として用いることで、初期値が最適値に近い値を用いることができるようになる。

【0053】請求項9の効果：請求項1ないし8の効果に加えて、返信された多重されていないACK、NAK信号の遅延広がりを出算する手段を有し、それに応じて最適な多重数を決定することで、すばやく多重数を決定

できる。

【0054】請求項10の効果：請求項9の効果に加えて、基地局と端末局でシステムを構成する場合には、基地局のみで前記遅延広がりを出算する手段を有し、端末局では基地局で用いている、算出された前記遅延広がりに応じて決定された多重数を用いることで、回路負担を一方のみにできる。

【0055】請求項11の効果：請求項1ないし10の効果に加えて、一対多あるいは多対多の通信システムを構成する場合において、各端末の多重数をID等と共に記憶する手段を有し、それを用いることで通信する相手が頻繁に変わっても、各相手毎に最適な多重数で通信できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による通信システムの一実施形態に用いるデータフォーマットの一例を示す図である。

【図2】本発明による通信システムの他の実施形態に用いるデータフォーマットの一例を示す図である。

【図3】本発明による通信システムの実施形態に用いるパケットのヘッダー部のデータフォーマットの一例を示す図である。

【図4】本発明による通信システムの他の実施形態における動作の一例を示すフローチャートである。

【図5】本発明による通信システムの他の実施形態における動作の一例を示すフローチャートである。

【図6】本発明による通信システムの他の実施形態における動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】多重SS通信システムの構成の概要を示す図である。

【図8】図7のシステムにおける送受信装置におけるより詳細な回路ブロックを示す図である。

【図9】本発明による通信システムの動作の説明に用いる相関信号の波形図を示すものである。

【図10】従来の通信方式に用いられるデータフォーマットの一例を示す図である。

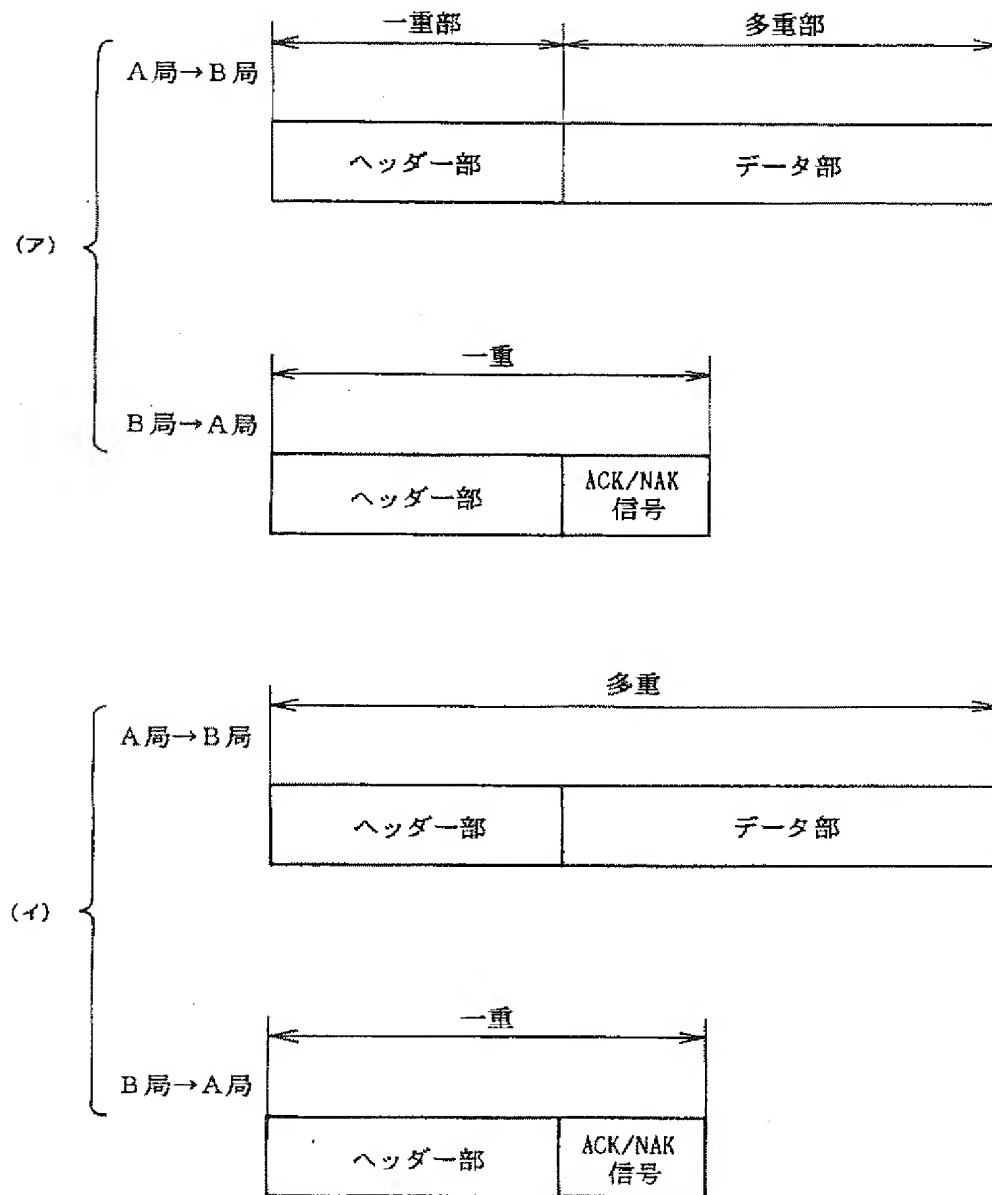
【図11】多重数を変えたときのC/N対誤り率の特性図で、改善あり／なしの対比を示すものである。

【図12】多重システムを用いてパケット通信を行う場合の従来の送受信の手順の一例を示す図である。

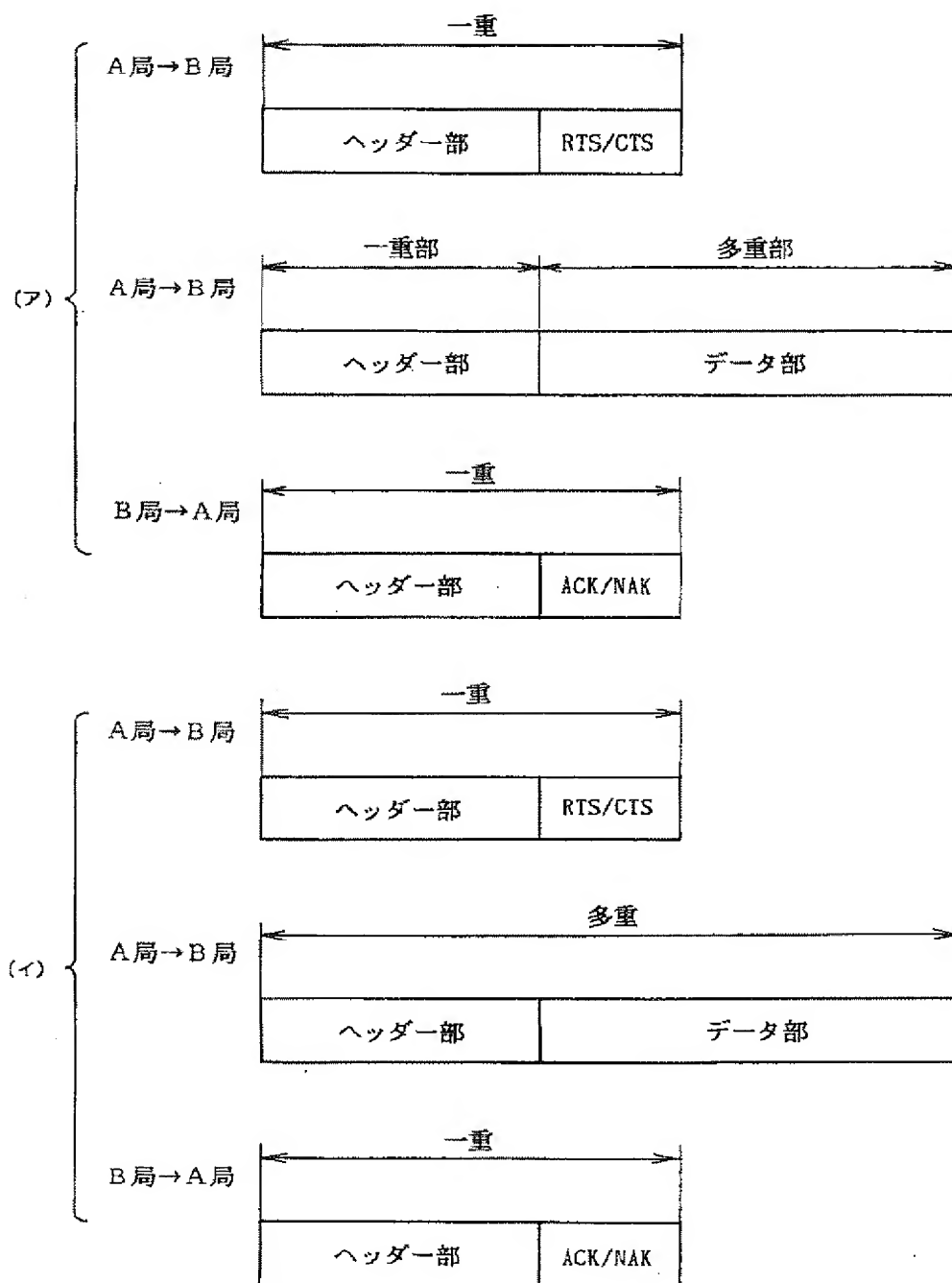
【符号の説明】

1…復調部、2…多重数コントロール部、3…変調部、4…受信側データ処理部、5…送信側データ処理部、6…上位層。

【図1】



【図2】



【図3】

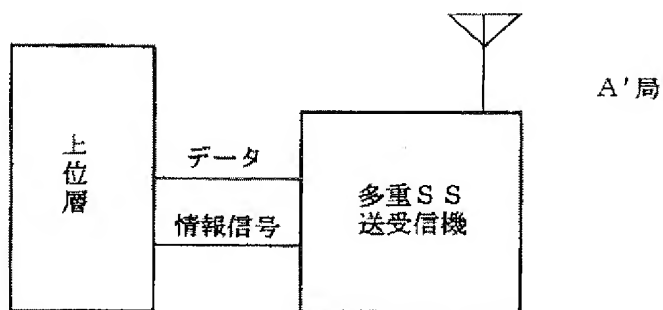
(A)

ビット同期 用信号	同期パターン	各種情報信号	多重数	パケット長	CRC
--------------	--------	--------	-----	-------	-----

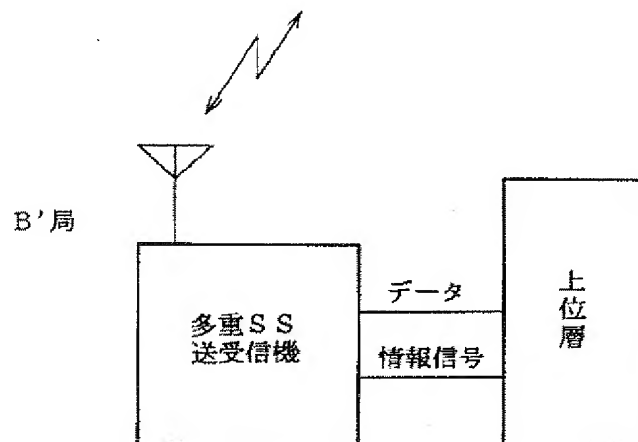
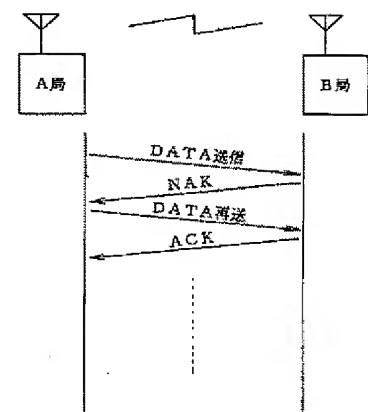
(B)

ビット同期 用信号	同期パターン	各種情報信号	(ACK/NAK) (RTS/CTS)	CRC
--------------	--------	--------	------------------------	-----

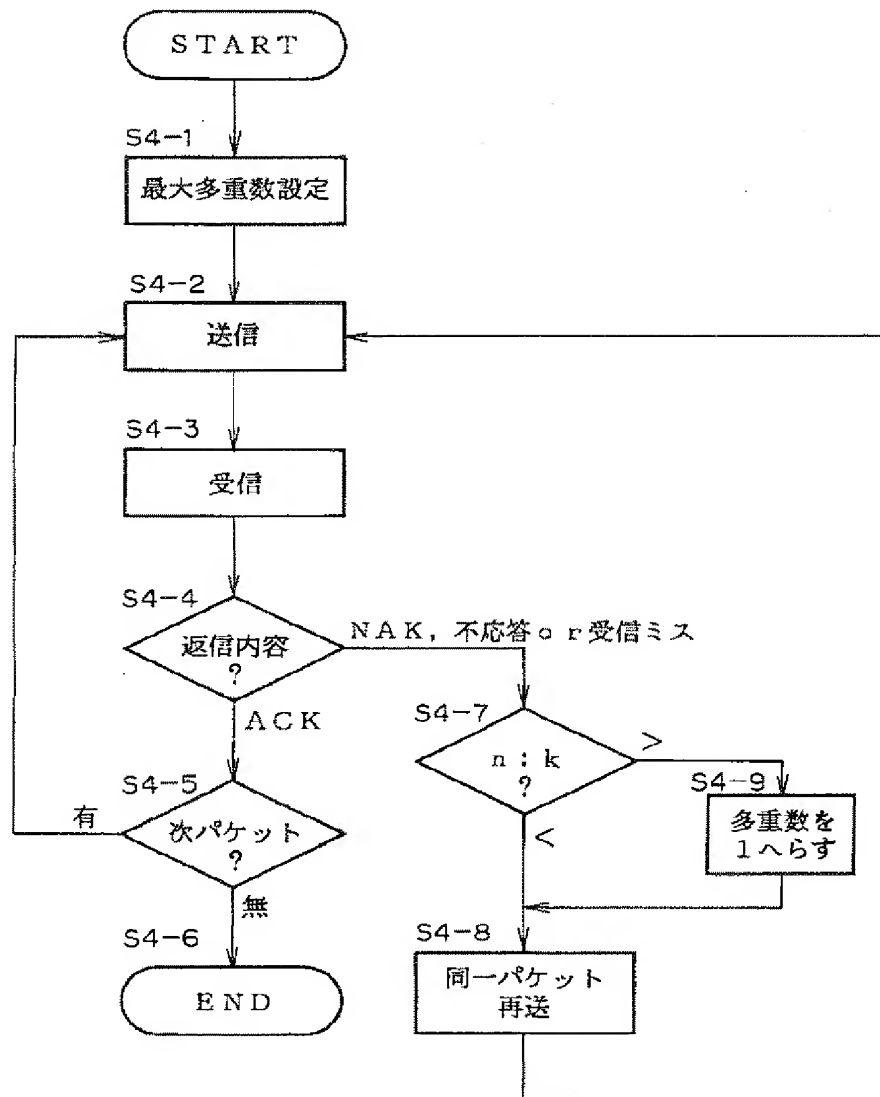
【図7】



【図12】

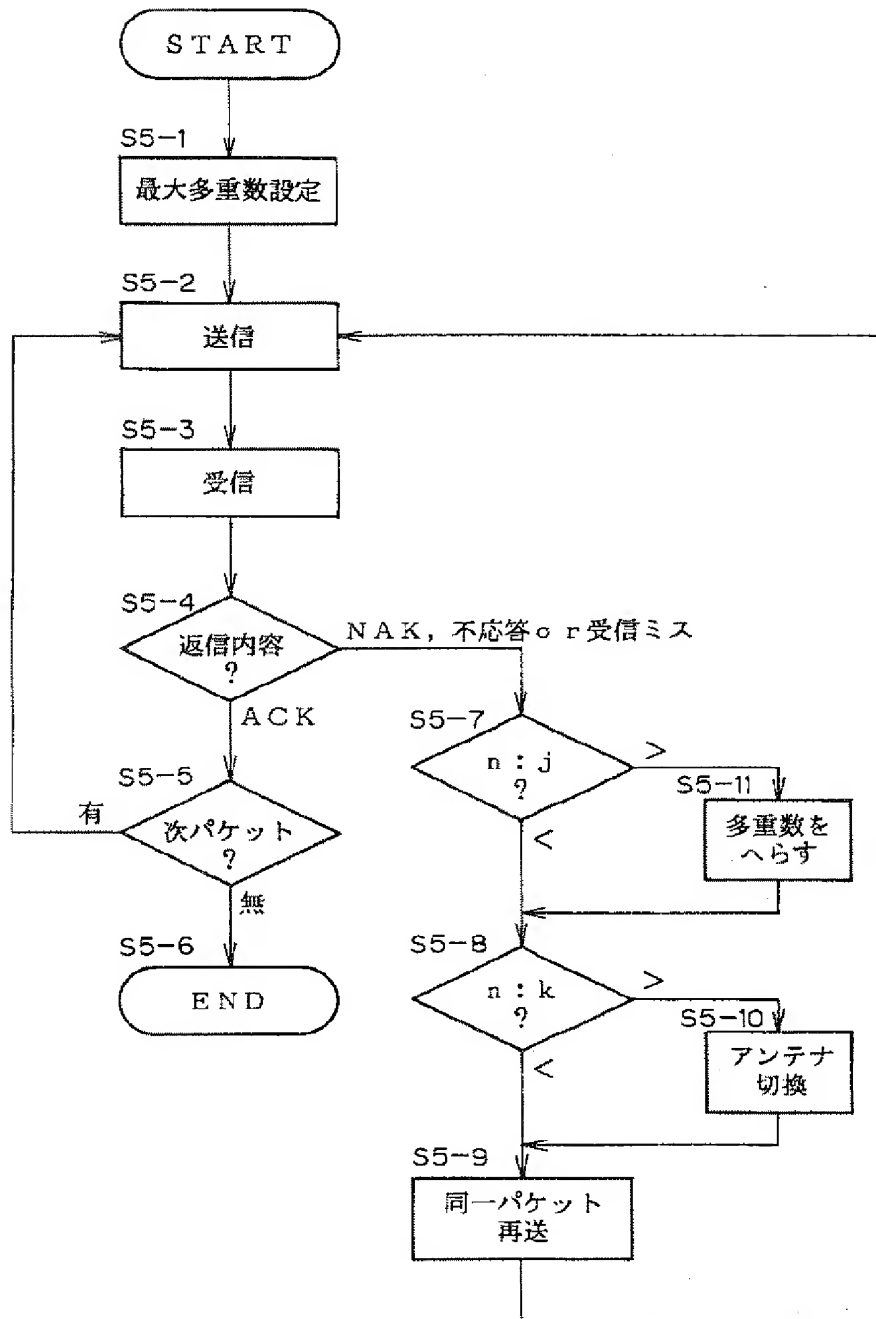


【図4】

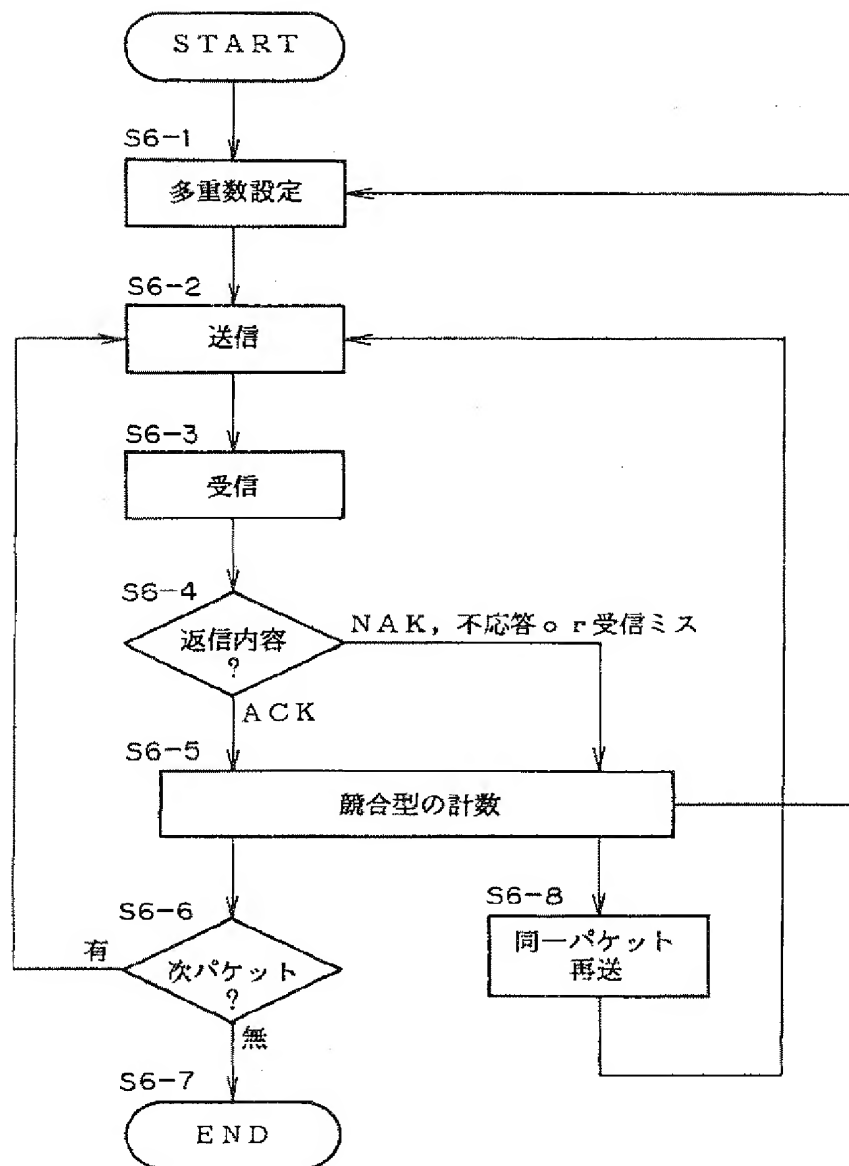




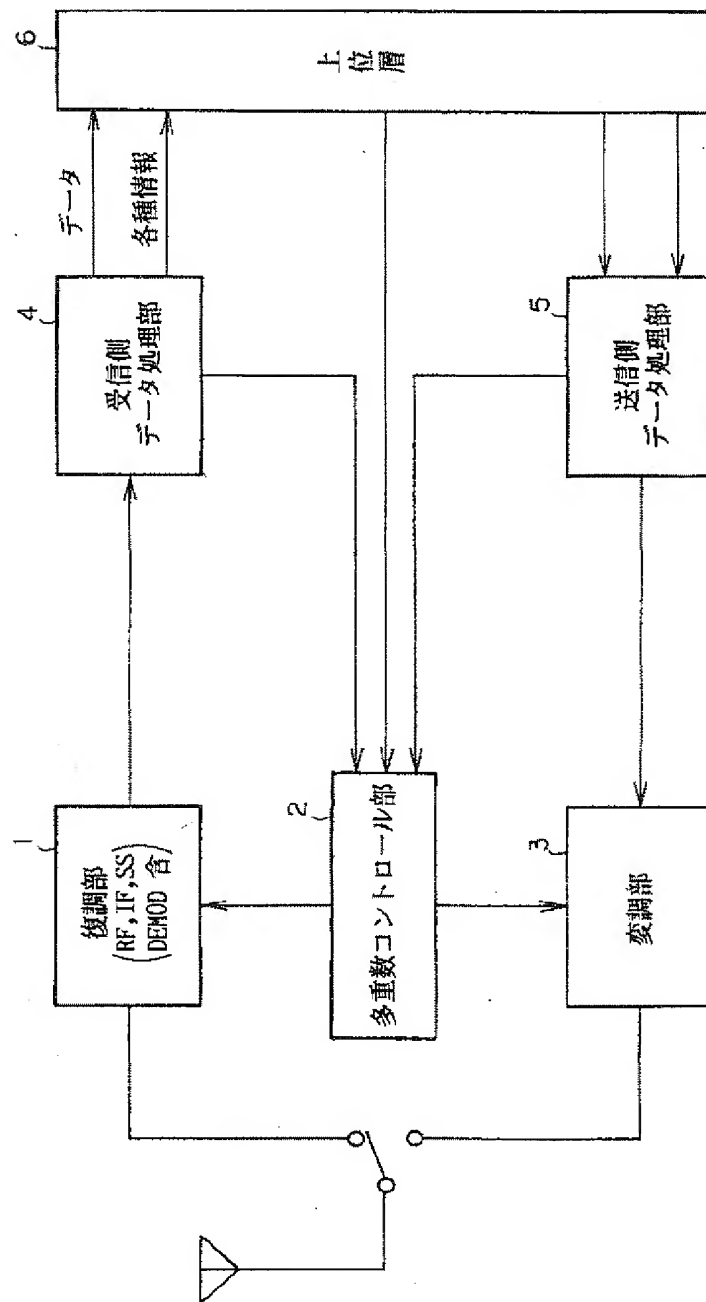
【図5】



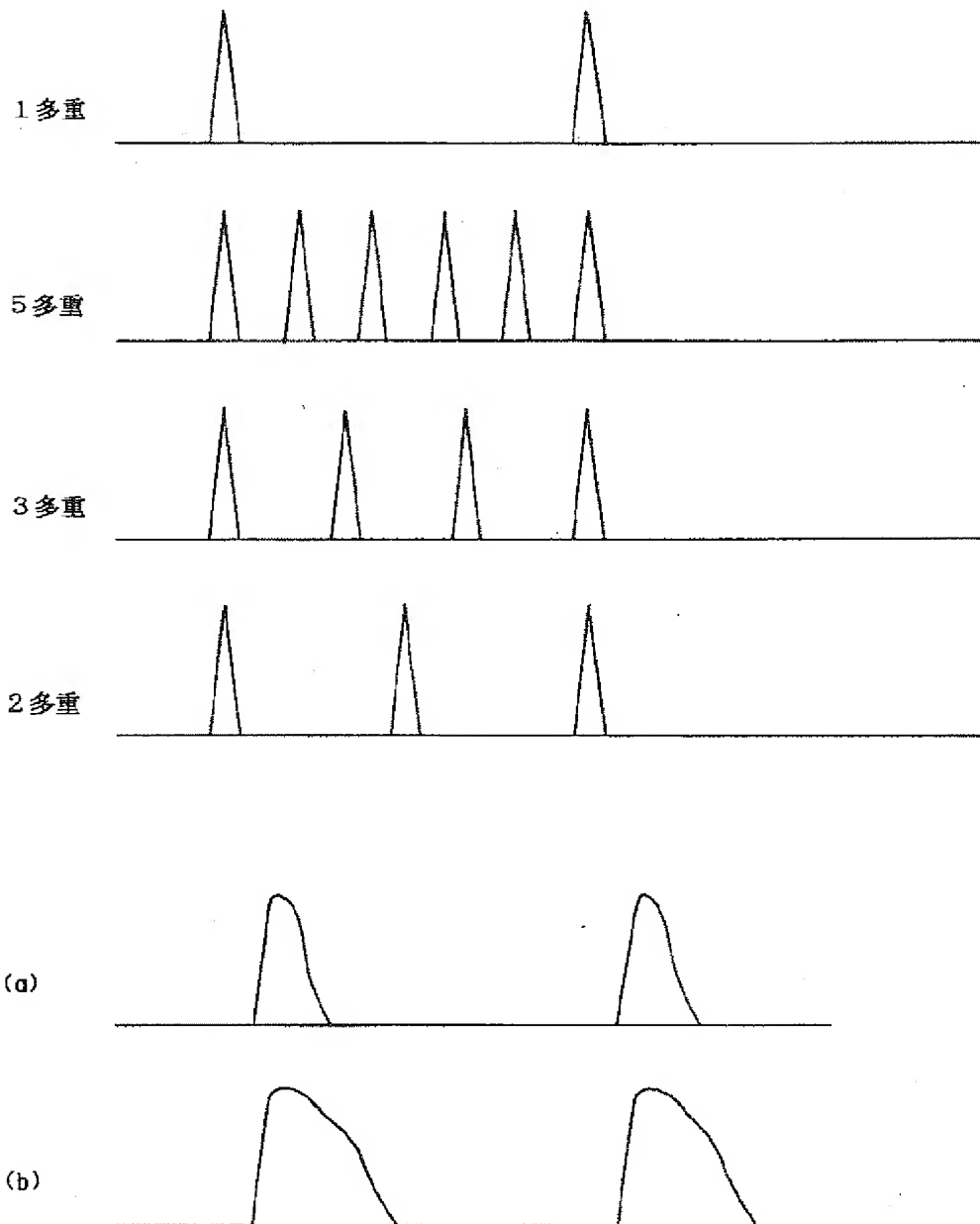
【図6】



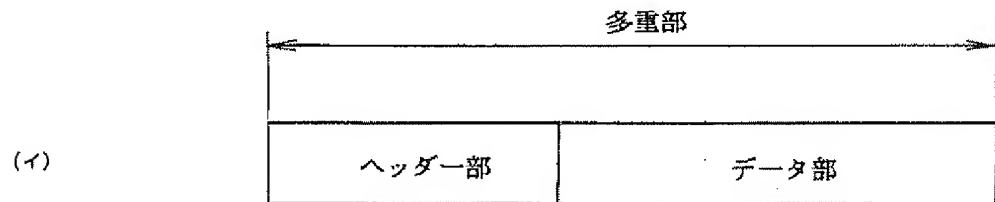
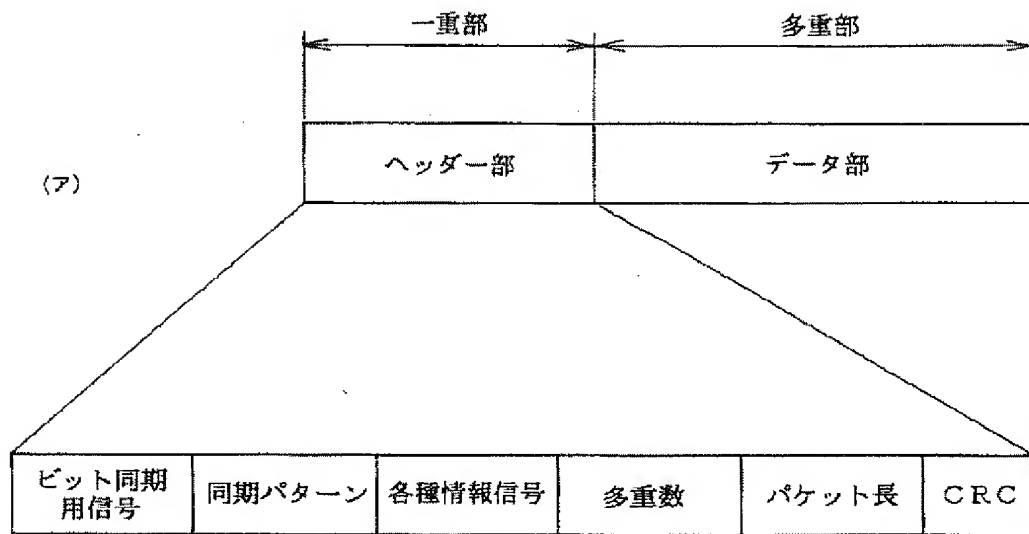
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

